

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Kaoru Uchida

Examiner: Unassigned

Serial No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: Herewith

Docket: 17080

For: FINGERPRINT AUTHENTICATION
METHOD, PROGRAM AND DEVICE CAPABLE OF
JUDGING INEXPENSIVELY WHETHER INPUT
IMAGE IS PROPER OR NOT

Dated: September 29, 2003


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicant in the above-identified application hereby claims the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. §119 and in support thereof, herewith submits a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-283309, filed on September 27, 2002.

Respectfully submitted,


Paul J. Esatto, Jr.
Registration No.: 30,749

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343
PJE/rjl

CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"

Express Mailing Label No.: EV 247989733 US

Date of Deposit: September 29, 2003

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner for Patents, Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on September 29, 2003.

Dated: September 29, 2003


Paul J. Esatto, Jr.

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-283308

[ST.10/C]:

[JP2002-283308]

出願人

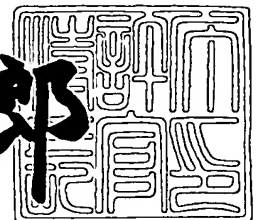
Applicant(s):

日本電気株式会社

2003年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042314

【書類名】 特許願

【整理番号】 34403200

【提出日】 平成14年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 15/62

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 内田 薫

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088328

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金田 暢之

 【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106297

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106138

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 089681

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710078

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 指紋認証方法／プログラム／装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 利用者からの指紋センサへの入力に対して、該入力の特徴の照合を行うステップと、該入力の適正を判定するステップと、この 2 つのステップの結果を受けて該入力を認証するか否かを判定するステップを有する指紋認証方法において、

指紋センサへの入力の適正を判定する前記ステップは、入力画像の輝度の空間分布を用いることを特徴とする指紋認証方法。

【請求項 2】 指紋センサへの入力の適正を判定する前記ステップは、
入力画像に観察線を設定するステップと、

該観察線上における、前記入力画像の輝度の極大値点と極大値および極小値点と極小値を求め、該極大値点間および該極小値点間をそれぞれ直線で結んだ、前記観察線上の輝度分布に対するピーク包絡線を求めるステップと、

該ピーク包絡線から、前記入力画像の輝度の空間分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算するステップと、

該特徴量から、前記入力に適正か否かを判定して結果を出力するステップを有する、請求項 1 に記載の指紋認証方法。

【請求項 3】 指紋センサへの入力の適正を判定する前記ステップは、あらかじめ、入力に適正および適正でない多数の画像の前記ピーク包絡線を求め、該ピーク包絡線から前記特徴量を求め、該特徴量から入力の適正・不適正を判別する判別式および該判別式を特徴づける判別係数を求めるステップをさらに有し、

入力に適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップは、該判別式および該判別係数をもとに入力が適正か否かを判定する、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 4】 入力画像に観察線を設定する前記ステップは、該入力画像をもとに、指紋中心を求め、該指紋中心から指頭方向およびこれに垂直な方向に観察線を設定する、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 5】 ピーク包絡線を求める前記ステップは、極大値点間または極

小値点間が所定の間隔だけ離れることを条件として、極大値点または極小値点を求める、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 6】 前記間隔は、あらかじめ多数の指紋から測定された隆線間隔の平均値に対応する値である、請求項 5 に記載の指紋認証方法。

【請求項 7】 前記間隔は、入力画像の複数の部分に対するフーリエ変換を用いて得られる隆線間隔の平均値に対応する値である、請求項 5 に記載の指紋認証方法。

【請求項 8】 前記特徴量は、前記観察線上における、輝度の空間分布関数と、極大値に対するピーク包絡線関数と、極小値に対するピーク包絡線関数の積分から構成される、請求項 2 に記載の指紋認証方法。

【請求項 9】 指紋センサへの入力に適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップにおいて出力された判定結果たる判定値が所定の範囲内にない場合、利用者に対して指紋の再入力を要求するステップをさらに有する、請求項 2 から 8 のいずれか 1 項に記載の指紋認証方法。

【請求項 10】 利用者からの指紋センサへの入力に対して、該入力の特徴の照合を行うステップと、該入力の適正を判定するステップと、この 2 つのステップの結果を受けて該入力を認証するか否かを判定するステップをコンピュータに実行させる指紋認証プログラムにおいて、

入力の適正を判定する前記ステップは、入力画像の輝度の空間分布を用いることを特徴とする指紋認証プログラム。

【請求項 11】 指紋センサへの入力の適正を判定する前記ステップは、入力画像に観察線を設定するステップと、

該観察線上における、前記入力画像の輝度の極大値点と極大値および極小値点と極小値を求め、該極大値点間および該極小値点間をそれぞれ直線で結んだ、前記観察線上の輝度分布に対するピーク包絡線を求めるステップと、

該ピーク包絡線から、前記入力画像の輝度の空間分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算するステップと、

該特徴量から、前記入力に適正か否かを判定して結果を出力するステップを有する、請求項 10 に記載の指紋認証プログラム。

【請求項 1 2】 指紋センサへの入力 of 適正を判定する前記ステップは、あらかじめ、入力 that 適正および適正でない多数 of 画像 of 前記ピーク包絡線を求め、該ピーク包絡線から前記特徴量を求め、該特徴量から入力 of 適正・不適正を判別する判別式および該判別式を特徴づける判別係数を求めるステップをさらに有し、

入力 that 適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップは、該判別式および該判別係数をもとに入力 that 適正か否かを判定する、請求項 1 1 に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 3】 入力画像に観察線を設定する前記ステップは、該入力画像をもとに、指紋中心を求め、該指紋中心から指頭方向およびこれに垂直な方向に観察線を設定する、請求項 1 1 に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 4】 ピーク包絡線を求める前記ステップは、極大値点間または極小値点間 that 所定 of 間隔だけ離れることを条件として、極大値点または極小値点を求める、請求項 1 1 に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 5】 前記間隔は、あらかじめ多数 of 指紋から測定された隆線間隔 of 平均値に対応する値である、請求項 1 4 に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 6】 前記間隔は、入力画像 of 複数 of 部分に対するフーリエ変換を用いて得られる隆線間隔 of 平均値に対応する値である、請求項 1 4 に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 7】 前記特徴量は、前記観察線上における、輝度 of 空間分布関数と、極大値に対するピーク包絡線関数と、極小値に対するピーク包絡線関数 of 積分から構成される、請求項 1 1 に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 8】 入力 that 適正か否かを判定して結果を出力する前記ステップにおいて出力された判定結果たる判定値 that 所定 of 範囲内でない場合、利用者に対して指紋 of 再入力を要求するステップをさらに有する、請求項 1 1 から 1 7 of いずれか 1 項に記載 of 指紋認証プログラム。

【請求項 1 9】 利用者からの指紋センサへの入力に対して、該入力 of 特徴 of 照合を行う手段と、該入力 of 適正を判定する手段と、この 2 つ of 手段 of 出力結果を受けて該入力を認証するか否かを判定する手段を有する指紋認証装置におい

て、

入力に適正を判定する前記手段は、入力画像の輝度の空間分布を用いることを特徴とする指紋認証装置。

【請求項 2 0】 入力に適正を判定する前記手段は、

入力画像に観察線を設定する手段と、

該観察線上における、前記入力画像の輝度の極大値点と極大値および極小値点と極小値を求め、該極大値点間および該極小値点間をそれぞれ直線で結んだ、前記観察線上の輝度分布に対するピーク包絡線を求める手段と、

該ピーク包絡線から、前記入力画像の輝度の空間分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算する手段と、

該特徴量から、前記入力に適正か否かを判定して結果を出力する手段を有する、請求項 1 9 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 1】 入力に適正を判定する前記手段は、あらかじめ、入力に適正および適正でない多数の画像の前記ピーク包絡線を求め、該ピーク包絡線から前記特徴量を求め、該特徴量から入力に適正・不適正を判別する判別式および該判別式を特徴づける判別係数を求める手段と該判別係数を保存する手段をさらに有し、

入力に適正か否かを判定して結果を出力する前記手段は、該判別式および該判別係数をもとに入力に適正か否かを判定する、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 2】 入力画像に観察線を設定する前記手段は、該入力画像をもとに、指紋中心を求め、該指紋中心から指頭方向およびこれに垂直な方向に観察線を設定する、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 3】 ピーク包絡線を求める前記手段は、極大値点間または極小値点間が所定の間隔だけ離れることを条件として、極大値点または極小値点を求める、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 4】 前記間隔は、あらかじめ多数の指紋から測定された隆線間隔の平均値に対応する値である、請求項 2 3 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 5】 前記間隔は、入力画像の複数の部分に対するフーリエ変換

を用いて得られる隆線間隔の平均値に対応する値である、請求項 2 3 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 6】 前記特徴量は、前記観察線上における、輝度の空間分布関数と、極大値に対するピーク包絡線関数と、極小値に対するピーク包絡線関数の積分から構成される、請求項 2 0 に記載の指紋認証装置。

【請求項 2 7】 入力が適正か否かを判定して結果を出力する前記手段において出力された判定結果たる判定値が所定の範囲内にない場合、利用者に対して指紋の再入力を要求する手段をさらに有する、請求項 2 0 から 2 6 のいずれか 1 項に記載の指紋認証装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は指紋認証方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コンピュータへのログインやネットワークを通じての情報サービスにおいて、サービスを使用しようとするユーザが、正当な権限を持つ登録ユーザであるか否かを指紋を用いて確認するために、指紋認証装置が利用される。人間の指先の皮膚紋様である指紋は、「万人不同」・「終生不変」という特徴を持つとされ、表皮が損傷を受けてもその奥の不変な真皮から同じ指紋が復元されるため、精密な個人の同定を可能にする特徴として広く知られている。

【0 0 0 3】

指紋によって個人を認証するシステムは基本的に、

- (1) ユーザが提示した指紋をシステム側で取得する「指紋センサ(指紋入力部)」、
- (2) 入力されたデータを処理し、照合に用いる特徴を求める「特徴抽出部」(例えば、特許文献 1 参照)、
- (3) あらかじめ求め、記憶しておく正規ユーザについての登録データ(「テンプレート」)、

(4) 登録データと入力データ（の特徴同士）を比較し同一人物であるか否かを決定する「照合・判定部」（例えば、特許文献1参照）

から構成される。照合の結果、特徴が十分類似し、指紋の提示者が登録ユーザであると判定されれば、認証成功ということで認証要求者は要求するサービスを受けられる。

【0004】

指紋入力部は、指などセンサ上に置かれたものの表面の隆線パターンを形成する微小な凹凸をデジタル画像化するものであり、光学方式が多く用いられている。従来多かった光学方式の実現法の例としては、高コントラストな画像を得るためにプリズムでの全反射を利用する方法がある。これはLED光源で発した光をプリズムに当ててからCCDのような受光素子で受け、プリズムの反射面に置いた指の凹凸を反射率の違いに反映させ、デジタル画像化するというものである。指表面の盛り上がった部分がなす線を「隆線」、その間を「谷」と呼ぶ。

【0005】

また別の方法では、センサの周辺部に付随する光源から光を照射し、指内を透過して来てセンサ面で観測される散乱光における、指の隆線部分と谷線部分での強度の差を観測して指紋パターンを画像化する（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

特徴抽出部は、入力された画像データから照合用の特徴を抽出する。登録データとしては、正規ユーザが予め入力した画像データから同様の照合用特徴を抽出して保存しておいたものである。この両者の特徴の類似度を計算し、これが閾値以上であれば、指紋は同じ指からのものであると判断して認証要求を受理し、そうでなければ拒否とする。

【0007】

しかしながら、一口に認証不成功といっても、当該指紋が照合しなかったのか、あるいは、指紋入力が適切でなかったのか、どちらなのかがわからない。そこで、指紋入力が適切かどうかを判定し、ユーザに知らせるシステムが必要になる。そこで、特許文献3から6は、指の置き方が適切であるかどうかを判定する技術を開示している。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】

特開昭 5 6 - 2 4 6 7 5 号公報または特開平 4 - 3 3 0 6 5 号公報

【特許文献 2】

特許 3 1 5 0 1 2 6 号公報

【特許文献 3】

特開 2 0 0 1 - 2 6 6 1 3 3 号公報

【特許文献 4】

特開平 9 - 2 7 4 6 5 6 号公報

【特許文献 5】

特開平 8 - 1 1 0 9 4 9 号公報

【特許文献 6】

特開平 8 - 1 6 1 4 9 1 号公報

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、指紋の入力が適切かどうかは、なにも指の置き方の観点だけにとどまるものではない。例えば、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光など外的環境変動の影響が許容範囲にあるかどうか、②センサ上に置かれる画像化対象とするものが、本来の撮像対象として許容される範囲の適切な特性を持つかどうか、といった観点も考慮されなければならない。

【 0 0 1 0 】

また、前述の特徴抽出・照合（例えば、特許文献 1 参照）は、その特徴として稜線の端点や分岐点などを利用するので、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光など外的環境変動の影響が許容範囲にない場合、②センサ上に置かれる画像化対象とするものが、本来の撮像対象として許容される範囲の適切な特性を持たない場合、③撮像対象の置かれ方が適正でない場合にも、誤って認証してしまう危険性がある。従って、認証装置ではより高い認証精度実現のため、上記①②③のような入力画像の適正を判定し、必要に応じ、これを認証結果に反映したり、あるいは、再入力を要求したりするなどの動作を行う必要がある。

【 0 0 1 1 】

そこで、例えば上記①については背景外光強度センサ、②については対象の電気抵抗を測定する導電センサ、③に対しては圧力センサなど、それぞれを観測するセンサを設け、これらのセンサ出力を指紋認証とは並列に分析して結果を総合的に判定することが考えられる。しかし、このような方法では、専用のハードウェア要素を付加する必要があるため、装置全体のコストアップ要因となり、あるいは、判定に処理オーバーヘッドないし時間がかかり利便性を損なう、などの問題がある。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、ソフトウェアのみで入力指紋画像の適正を広範な観点から判定し、特徴照合結果と組み合わせて指紋の認証を行う、低コスト・低オーバーヘッドを実現する指紋認証方法を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、指紋入力の適正を判定するのに、指紋入力画像の輝度の空間分布を用いる。まず、指紋入力画像に観察線を設定して、この観察線上における、指紋入力画像の輝度の極大値をとる点と輝度の極大値、および、極小値をとる点と極小値を求め、極大値点間および極小値点間をそれぞれ直線で結んだ、観察線上の輝度分布に対するピーク包絡線を求める。

【 0 0 1 4 】

上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、隆線の周期構造に対応するスポットと鮮明に現れることが実験的にわかった。これに対し、上記①から③の条件を満たさない条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、このようなピークは現われないか、または、現れても不鮮明であることが多いことも実験的にわかった。これは、上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋の隆線曲線が正弦波に近いことを意味している。また、上記ピーク包絡線についても、上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋においては、うねった曲線になることが実験的にわかったが、これに対し、上記①から③の条件を満たさない条件

下で取得された指紋においては、平坦な曲線になることが多いこともわかった。したがって、この隆線曲線とピーク包絡線を利用すれば、指紋入力画像の適正を判定することができるはずである。

【 0 0 1 5 】

次に、この隆線曲線とピーク包絡線から、指紋入力画像の輝度の空間分布を特徴づける複数の所定の特徴量を計算する。次に、この特徴量から、指紋入力に適正か否かを判定して、判定結果を出力する。これにより、指紋入力画像の適正を判定することができる。

【 0 0 1 6 】

観察線は、指紋入力画像をもとに、指紋中心を求め、指紋中心から指頭方向およびこれに垂直な方向に観察線を設定してもよい。

【 0 0 1 7 】

指紋入力の適正を判定するために、あらかじめ、指紋入力に適正および適正でない多数の画像のピーク包絡線を求め、このピーク包絡線から特徴量を求めて、この特徴量から指紋入力の適正・不適正を判別する判別式およびこの判別式を特徴づける判別係数を求めておく。この判別式および判別係数をもとに、指紋入力に適正か否かを判定する。

【 0 0 1 8 】

ピーク包絡線を求めるには、極大値点間または極小値点間が所定の間隔だけ離れることを条件として、極大値点または極小値点を求める。そして、この間隔は、あらかじめ多数の指紋から測定された隆線間隔の平均値に対応する値である。または、入力指紋画像の複数の部分に対するフーリエ変換によって得られる隆線間隔の平均値に対応する値でもよい。これは、隆線間隔よりも細かい構造を排除するためである。

【 0 0 1 9 】

特徴量は、輝度の空間分布関数（隆線曲線）と、極大値に対するピーク包絡線関数と、極小値に対するピーク包絡線関数の積分から構成される。これらの積分を用いることにより、入力が適正でない場合に起こる輝度の空間分布の変化を検出できる。

【 0 0 2 0 】

判定結果たる判定値が所定の範囲内にない場合は、利用者に対して指紋の再入力を要求してもよい。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 を参照すると、本発明の第 1 の実施形態の指紋認証装置 1 は、指紋センサ 1 0 と、画像保持部 1 1 と、入力指特性判定部 1 2 と、特徴抽出部 1 3 と、特徴照合部 1 4 と、認証判定部 1 5 と、テンプレート保持部 1 6 からなる。

【 0 0 2 3 】

指紋センサ 1 0 は、ユーザの指が接触した際に指紋画像を撮影し、それをデジタル画像データに変換する。指紋センサの構成としては、例えば、LED で発せられた光をプリズムで反射し、このとき反射面の外側に置かれた指の隆線に従い、隆起部と谷部で反射率が異なることを利用し、CCD を用いて反射光をデジタル画像化することで、指紋画像を撮影する光学方式を用いることができる。あるいは、特許文献 2 記載の技術のように、指紋入力時に指紋が、2 次元配列された多数の受光素子の受光面に近接するよう押捺され、これら受光素子のうち受光面が指紋隆線部と近接している受光素子では、その指紋隆線部を介して指先内部からの散乱光が良好に届く明部領域を指紋隆線部として検出する一方、受光面が指紋谷部と近接している受光素子では、指先内部からの散乱光があまり届かない暗部領域を指紋谷間部として検出するというメカニズムで隆線構造が画像化される方式を用いることができる。

【 0 0 2 4 】

入力されたデータは、2 次元の画素毎にその濃度値（画素値）を持つ 2 次元配列で表現され、画像保持部 1 1 に保持される。

【 0 0 2 5 】

入力指特性判定部 1 2 は、画像保持部 1 1 の画像データを参照しながら、以下で述べるような方法で、入力指特性に関する判定を行い、結果を出力する。

【 0 0 2 6 】

特徴抽出部 1 3 は、入力された画像保持部 1 1 の画像データから照合用の特徴を抽出する。

【 0 0 2 7 】

テンプレート保持部 1 6 は、正規ユーザから予め入力された画像データから抽出された同様の照合用特徴を、登録データとして保持している。

【 0 0 2 8 】

特徴照合部 1 4 は、この両者の特徴の類似度を計算し、出力する。この特徴抽出部 1 3、特徴照合部 1 4 の例としては、特許文献 1 に記載された指紋照合装置がある。これらの技術では、指紋等の照合に際して、指紋紋様を特徴付ける各特徴点（隆線の端点や分岐点）の位置 X、Y 及び方向 D とともに各特徴点により固有に決定される局所座標系を複数個の扇形領域に分割した近傍における最近傍点と上記特徴点との隆線数、すなわちリレーションを検査することによって、安定で、かつ精度の高い照合を可能にしている。

【 0 0 2 9 】

認証判定部 1 5 は、入力指特性判定部 1 2 から出力された入力指特性と、特徴照合部 1 4 から出力された、入力画像と登録指紋の類似度を入力とし、入力指特性判定の結果の特性値がある範囲の値であり、かつ、指紋照合結果の類似度が閾値以上であれば、入力はまともであり、かつ、指紋は登録ユーザと同じ指からのものであると判断して認証要求を受理し、そうでなければ拒否する。

【 0 0 3 0 】

図 2 を参照すると、入力指特性判定部 1 2 の内部構成を示す図が示されている。

【 0 0 3 1 】

画像保持部 1 1 には、指紋センサ 1 0 で得た画像データが、2 次元の画素毎にその濃度値（画素値）を持つ 2 次元配列で表現されて保持されている。以下の説明では、指紋画像の隆線が明るく、従って濃度値は大きくなり、一方、谷部が暗く、従って濃度値は小さくなるとする。また、濃度値は 0 から 2 5 5 の範囲の値をとるとする。指の長軸方向（指軸方向）を Y 方向、これと直交する方向を X 方

向とする。この2次元配列上で画像の中心を通る、X方向の直線を「観察線」と定める。指紋画像と観察線の関係の一例を図3に示す。

【0032】

ピーク包絡線計算部121は、このように定められた観察線上のデータを入力として、ピーク包絡線計算を行う。ピーク包絡線とは、指紋画像の観察線上での各位置と濃度との関係（濃度変化）をグラフで表現したときに、各隆線位置に対応する最明点（濃度値が局所的に極大な点）と隣接する隆線に対応する最明点とを直線で結んだ折れ線、または、各谷に対応する最暗点（濃度値が局所的に極小な点）と隣接する谷線に対応する最暗点とを直線で結んだ折れ線で表される線である。図3の指紋画像の下に、実線で表される濃度変化と、それから求められるピーク包絡線（破線）の例を示す（ただし、このピーク包絡線形状は、この指紋画像から実際に求められるものとは必ずしも一致させていない）。以下の説明では、X方向の直線である観察線上での濃度グラフを $g(x)$ で、最明点から得られるピーク包絡線（「上のピーク包絡線」と呼ぶ）、最暗点から得られるピーク包絡線（「下のピーク包絡線」と呼ぶ）をそれぞれ $H(x)$ 、 $L(x)$ で表す。

【0033】

上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、隆線の周期構造に対応するスポットと鮮明に現れることが実験的にわかった。これに対し、上記①から③の条件を満たさない条件下で取得された指紋実空間像に対するフーリエ変換像には、このようなピークは現われないか、または、現れても不鮮明であることが多いことも実験的にわかった。これは、上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋の隆線曲線が正弦波に近いことを意味している。また、上記ピーク包絡線についても、上記①から③の条件を満たすような条件下で取得された指紋においては、うねった曲線になることが実験的にわかったが、これに対し、上記①から③の条件を満たさない条件下で取得された指紋においては、平坦な曲線になることが多いこともわかった。したがって、この隆線曲線とピーク包絡線を利用すれば、指紋入力画像の適正を判定することができるはずである。

【0034】

観察線上の画像の濃度変化では、実際には、隆線・谷線による濃淡の他に、指紋上の細かい構造に起因する、より高ピッチの濃淡変化がある。このような隆線構造に起因する濃度変化以外の影響を減らし、隆線構造に合致したピーク包絡線を得るため、図4のフローチャートに示すアルゴリズムでピーク包絡線を抽出する（ここではまず上のピーク包絡線 $H(x)$ を求める場合を説明する）。

【0035】

一次元の観察線上の位置を表す変数を x 、そこでの濃度を $D[x]$ と表すとし、処理結果としてピークの位置を入れる配列を $PX[]$ 、ピークの高さ（濃度値）を入れる配列を $PD[]$ 、抽出されたピーク数を p_n で表すとする。また、平均隆線間隔を w とする。 w は多数の指紋で隆線間隔を測定して平均し、本装置で使用するセンサの解像度に併せて変換することで、この画像での標準的な隆線間隔の推測値とするものである。

【0036】

ループの初期値として x を観察線の一方の端に合わせ、 p_n 、直前のピークの高さ $PD[p_n]$ 、直前のピークの座標 $PX[p_n]$ の初期値としてそれぞれ0、0、 x を与える（ステップ50）。以下、 x を1つずつインクリメントし、次のような判定を行うことを、 x が観察線のもう一方の端に達するまで繰り返す（ステップ51）。

【0037】

観察線上の各 x においては、その点の濃度値 $D[x]$ が直前のピークの高さ $PD[p_n]$ より大で、かつ、その座標が直前のピークの座標 $PX[p_n]$ から w 以上隔たっていないかを調べる（ステップ52）。もしYESであれば、その点をピークとするよう、直前のピークの高さ $PD[p_n]$ と直前のピークの座標 $PX[p_n]$ の値を置き換えるという順次更新処理を行う（ステップ53）。NOであれば、その座標が直前のピークの座標 $PX[p_n]$ から w 以上隔たっているかどうかを調べ（ステップ54）、隔たっていれば（YES）新たなピークがそこで発見されたとして、 p_n をインクリメントし、直前のピークの高さ $PD[p_n]$ と直前のピークの座標 $PX[p_n]$ の値にその点の情報を書き込む（ステップ55）。

【 0 0 3 8 】

下のピーク包絡線を求める場合には、上記のステップ 5 2 で、その点の濃度値 $D[x]$ が直前のピークの高さ $PD[pn]$ より小で、かつ、その座標が直前のピークの座標 $PX[pn]$ から w 以上隔たっていないかどうかを調べることになる。

【 0 0 3 9 】

上記の計算により、観察線上のピーク群の位置とその高さが求まり、これらのうち $PX[i]$ の値で隣接する点同士を直線でそれぞれ結ぶことで、上及び下のピーク包絡線がその結果としての折れ線として求められる。

【 0 0 4 0 】

次に、これらをもとに、判別特徴量計算部 1 2 2 が、次の特徴量を計算する。

【 0 0 4 1 】

【数 1】

1. 下のピーク包絡線 L の平均値 X_1

$$X_1 = \frac{1}{X} \int L(x) dx$$

2. 濃度 $g(x)$ と $L(x)$ の差の平均値 X_2

$$X_2 = \frac{1}{X} \int (g(x) - L(x)) dx$$

3. H と L の平均 (中間値) の平均値 X_3

$$X_3 = \frac{1}{X} \int \frac{H(x) + L(x)}{2} dx$$

4. 濃度上限 (255) と上のピーク包絡線 H の差の平均値 X_4

$$X_4 = \frac{1}{X} \int (255 - H(x)) dx$$

5. 濃度 $g(x)$ と $H(x)$ の差の平均値 X_5

$$X_5 = \frac{1}{X} \int (H(x) - g(x)) dx$$

【 0 0 4 2 】

ここで積分は、隆線が適当な大きさのダイナミックレンジをもって観察される

という特徴を持つ点（これを観察線上の有効画素と呼ぶ）のみを対象とする。すなわち、一定閾値 T （本実施例では40である）について、 $H(x) - L(x) > T$ なる有効画素、すなわち上と下の2つのピーク包絡線が T 以上離れた点についての和を求めることとし、また、 X はそのような有効画素の数を示すものとする。

【0043】

次に、判別決定部124が、上記のように求められた判別特徴量を用い、判別決定の処理を行う。入力指特性判定部12では、あらかじめ学習フェーズとして、次の2つの群のそれぞれについて大量の撮像データを収集し、それぞれについて、判別特徴量計算部122で、上記の処理により特徴量を求め、これらの学習データを用いて判別式を構成しておく。学習フェーズにおける2つの群の一方は、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光などの外的環境変動が最小である、②センサ上に置かれるものが、最も適切な特性を持つ典型的な指である、③撮像対象が最も適正な置かれ方をする、という特徴を満たす、いわば適切な条件下で収集された画像群からなり、もう一方の群は、それ以外の不適切な条件下で収集された画像群からなる。判別処理フェーズでは、学習フェーズで構成された判別式を利用することで、判別決定部124が判別分析を行う。

【0044】

学習フェーズにおいては、第1の群及び第2の群の各々の画像データを入力して、判別特徴量計算部122で上記の特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を求め、上記第1の群については目的変数 y として $y = 1$ 、第2の群については $y = -1$ を与えて、上記特徴量に関して重回帰分析を施すことで、

$$y = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_5 X_5$$

なる回帰式の係数 b_0, b_1, \dots, b_5 を求め、これを判別係数保持部123に保存しておく。

【0045】

判別処理フェーズにおいては、未知の撮像画像が与えられたときに、判別決定部124は、入力画像から観測された上記特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を入力とし、上記判別係数保持部123に保存された回帰式の係数 b_0, b_1, \dots ,

b_5 を用いて、 y を計算する。この y が正であれば入力が適切なものであり、負であれば不適切と判断できるような特性値を計算し、この特性値を入力指特性判定部12の出力とする。

【0046】

なお、上述の入力指特性判定部12での処理においては、2つの群の一方は、①②③の3つの特徴を全て満たす、適切な条件下で収集された画像からなり、もう一方の群は、それ以外の不適切な条件下で収集された画像からなるとしているが、別の実施形態としては次のような方法もちろん可能である。すなわち、学習フェーズにおいては、①の観点で基準を満たす第1の画像群と満たさない第2の画像群の各々の画像データを入力して、上記の特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を求め、上記第1の群については目的変数 $y^{(1)}$ として $y = 1$ 、第2の群については $y = -1$ を与えて、上記特徴量に関して重回帰分析を施すことで、

$$y^{(1)} = b_0^{(1)} + b_1^{(1)}X_1 + \dots + b_5^{(1)}X_5$$

なる回帰式の係数 $b_0^{(1)}, b_1^{(1)}, \dots, b_5^{(1)}$ を求める。同様に②および③の観点についても同様にその基準を満たす画像群と満たさない画像群から学習して、

$$y^{(2)} = b_0^{(2)} + b_1^{(2)}X_1 + \dots + b_5^{(2)}X_5$$

$$y^{(3)} = b_0^{(3)} + b_1^{(3)}X_1 + \dots + b_5^{(3)}X_5$$

なる回帰式を構成する。判別処理フェーズにおいては、未知の撮像画像が与えられたときに、入力画像から観測された上記特徴量 X_1, X_2, \dots, X_5 を入力とし、上記判別係数保持部123に保持された回帰式の係数 $b_0^{(1)}, b_1^{(1)}, \dots, b_5^{(1)}$ を用いて $y^{(1)}$ を計算する。同様に、 $y^{(2)}, y^{(3)}$ を計算し、以上で得られた、 $y^{(1)}, y^{(2)}, y^{(3)}$ の全てが正であれば入力が適切なものであり、いずれかが負であれば不適切と判断する。この3つの値の最小値を入力指特性判定部12の出力特性値とする。

【0047】

上述のように認証判定部15は、この出力と、特徴照合部14から得られる入力画像と登録指紋の類似度とをもとに、入力指特性判定の結果がある範囲の値であり、かつ、指紋照合結果の類似度が閾値以上であれば、入力はまともであり、

かつ、指紋は同じ指からのものであると判断して、認証要求を受理し、そうでなければ拒否する。

【 0 0 4 8 】

図 5 を参照すると、本発明の第 2 の実施形態の指紋認証装置 1 の入力指特性判定部 1 2 の内部構成が示されている。

【 0 0 4 9 】

観察線決定部 1 2 6 では、画像保持部 1 1 で保持される 2 次元配列を入力として、コアと呼ばれる指紋中心と指頭を示す方向を求める処理が行われる。指紋画像から、指紋中心と指頭方向を決定する方法としては、例えば特開平 8 - 2 7 9 0 3 9 公報「指紋指頭軸方向検出装置」に記載の技術がある。そこでは、指紋周辺部の隆線方向と放射線方向との内積を計算し、入力指紋の内積数列と各内積数列パターンとを比較することで、その最小値に対応する方向を指頭軸方向とする。観察線の決定にあたっては、第 1 の実施の形態での画像中心とは異なり、上記で求められた指紋中心を通る、X 方向、及び Y 方向の 2 本の直線を「観察線」とし、この観察線上のデータを入力として、ピーク包絡線が計算される。指紋画像と観察線の関係の一例を、指紋画像の右及び下の、実線で表される濃度変化とそれで求められるピーク包絡線の例（破線）と共に図 6 に示す。

【 0 0 5 0 】

また、平均ピッチ算出部 1 2 5 では、画像保持部 1 1 に保持される 2 次元配列を入力として、その入力画像における平均隆線間隔が求められる。これは指紋の持ち主の性別、年齢などにも依存して各指紋での隆線間隔はかなり多様性があり、より正確にピーク包絡線を求めるには画像ごとにこれを求める方が望ましいためである。平均隆線間隔を求めるために、指紋の複数部分で一辺 1 2 8 の正方形の領域を定め（総画素数は 5 1 2 × 5 1 2）、この中でフーリエ変換により周波数解析を行い、周波数領域でのピークを求めて対応する隆線ピッチを計算し、最後に複数の領域での結果を平均化することで、全域的な平均隆線間隔を計算する。

【 0 0 5 1 】

ピーク包絡線計算部 1 2 1 では、上記のように定められた 2 本の観察線のそれ

それに関し、第 1 の実施の形態においてと同様に、ピーク包絡線計算が行われる。ただし、w でもちいる平均隆線間隔としては、平均ピッチ算出部 1 2 5 が算出した平均隆線間隔を用いる。

【 0 0 5 2 】

2 本の観察線上のピークの位置とその高さが求まり、これらの点を直線でそれぞれ結ぶことで、上及び下のピーク包絡線がその結果としての折れ線として求められる。ついで、これらをもとに、判別特徴量計算を行う。判別特徴計算部 1 2 2 では、2 本の観察線で同様に求められた特徴量の分子部（有効画素についての積分計算結果）を加算し、これを分母部の和（有効画素数の和）で除すことで、第 1 の実施の形態におけるものと同様な特徴量が計算される。

【 0 0 5 3 】

求められた判別特徴量を用い、第 1 の実施の形態においてと同様に、判別決定部 1 2 4 が判別決定の処理を行う。

【 0 0 5 4 】

学習フェーズにおいては、適切及び不適切な 2 つの群の学習データを用い、判別特徴量計算部 1 2 2 が求めた特徴量に対して目的変数 y として $y = 1$ 、ないし、 $y = -1$ を与えた学習を通じて、判別の係数を判別係数保持部 1 2 3 に保存する。

【 0 0 5 5 】

判別処理フェーズにおいては、未知の撮像画像が与えられたときに、これから同じ特徴量を求め、学習フェーズで求められた判別式に与えることで、この y が正であれば入力 that 適切なものであり、負であれば不適切と判断できるような特性値を計算し、この特性値を入力指特性判定部 1 2 の出力とする。

【 0 0 5 6 】

上述のように認証判定部 1 5 は、この出力と、特徴照合部 1 4 から得られる入力画像と登録指紋の類似度をもとに、入力指特性判定の結果がある範囲の値であり、かつ、指紋照合結果の類似度が閾値以上であれば、入力はまともであり、かつ、指紋は同じ指からのものであると判断して、認証要求を受理し、そうでなければ拒否する。

【 0 0 5 7 】

さらに、上記の入力指特性判定の結果がある範囲内には、この入力が高信頼な指紋認証に用いるには不適切であるとして、データを廃棄し、再入力を要求できるようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

以上の実施形態で述べてきた処理は、コンピュータで読取りが可能なコンピュータプログラムが作成され、このプログラムをコンピュータに実行させることにより実施される。

【 0 0 5 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、①センサに付随する撮像用の光源以外の外光など外的環境変動が許容範囲か否か、②センサ上に置かれる画像化対象とするものが、本来の撮像対象として許容される範囲の適切な特性を持つか否か、③撮像対象の置かれ方は適正か否か、などの判定をセンサから得られた画像のみを入力としてソフトウェア処理により実現し、認証結果に反映し、あるいは、再入力を要求するなどの動作を行う認証装置を実現できるため、高精度な認証性能を実現しつつ、専用のハードウェア要素を付加する場合に比べ実装の付加的な費用について低コストが実現でき、また、判定に要する処理オーバーヘッドないし時間がかかることなく、ユーザへの利便性を増すことができる。

【 0 0 6 0 】

さらに、観察線という1次元の画素値データ列のみから特徴量を計算し判別を行うため、2次元の画像全体に対する処理により判定する場合に比べ、はるかに少ない計算量で実現可能であり、高速な認証処理によりユーザの利便性を向上し、または、低速CPUでも現実的な実装が可能という点で、装置の低価格化、搭載機器の拡大が可能になるという利点もある。

【 0 0 6 1 】

さらに、指紋の置かれる位置と入力指紋の平均隆線間隔を自動で判定して入力指特性判定に利用することも可能なため、より高精度な入力指特性判定の実現が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の指紋認証装置 1 のブロック図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態の入力指特性判定部 1 2 のブロック図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態の入力指特性判定部 1 2 における、指紋画像と観察線の関係と、得られた包絡線を示す図である。

【図 4】

ピーク包絡線計算部 1 2 1 での処理の流れを示す図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態の入力指特性判定部 1 2 のブロック図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態の入力指特性判定部 1 2 における、指紋画像と観察線の関係と、得られた包絡線を示す図である。

【符号の説明】

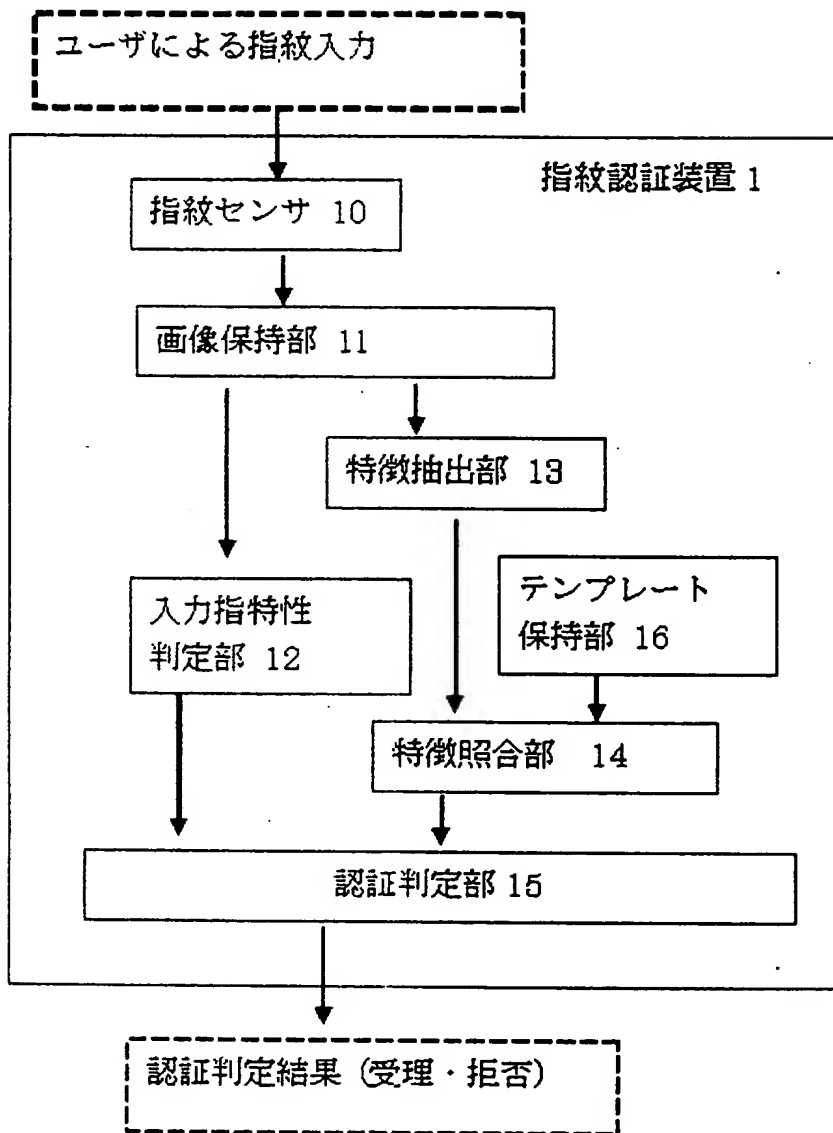
- 1 指紋認証装置
- 1 0 指紋センサ
- 1 1 画像保持部
- 1 2 入力指特性判定部
- 1 3 特徴抽出部
- 1 4 特徴照合部
- 1 5 認証判定部
- 5 0 ～ 5 5 ステップ
- 1 6 テンプレート保持部
- 1 2 1 ピーク包絡線計算部
- 1 2 2 判別特徴量計算部
- 1 2 3 判別係数保持部
- 1 2 4 判別決定部

1 2 5 平均ピッチ算出部

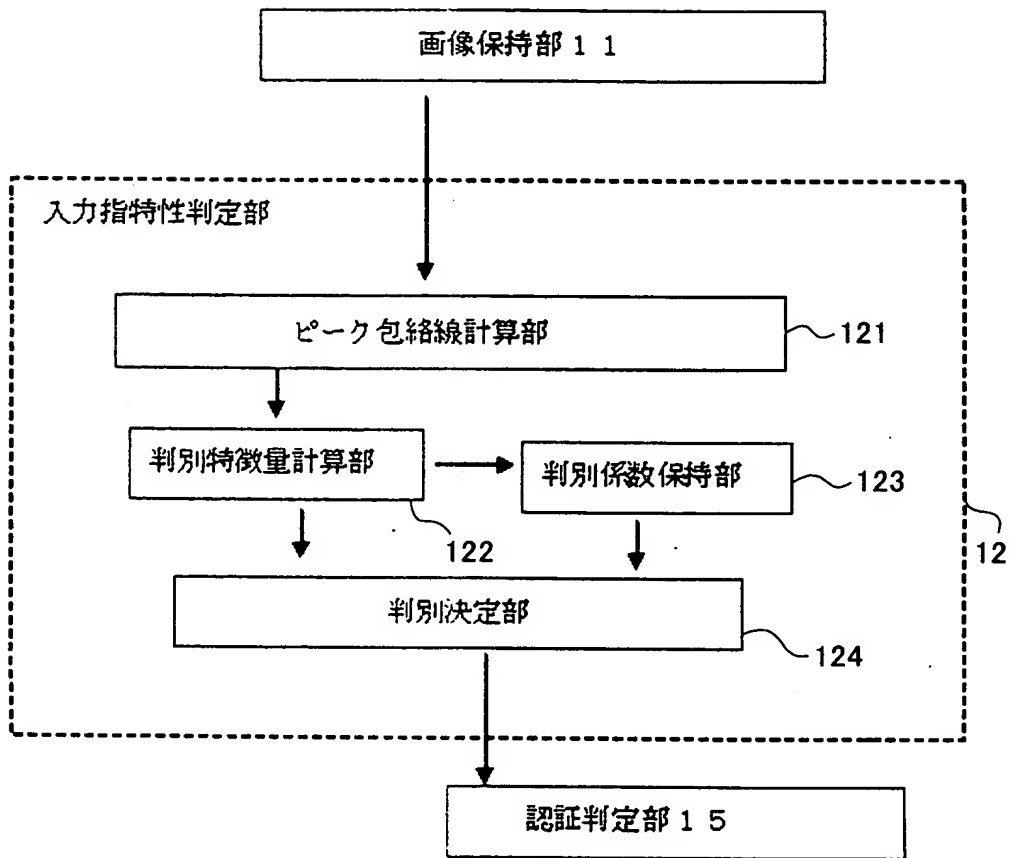
1 2 6 観察線決定部

【書類名】 図面

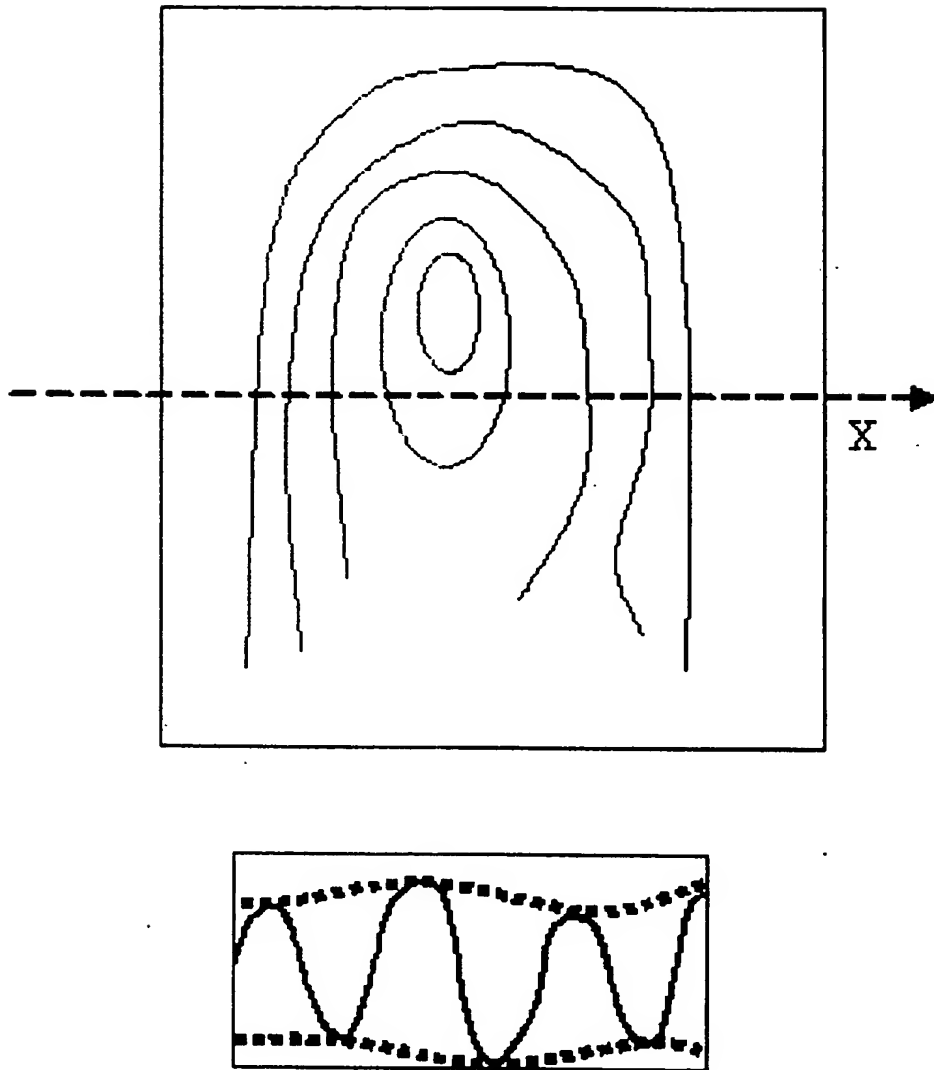
【図 1】



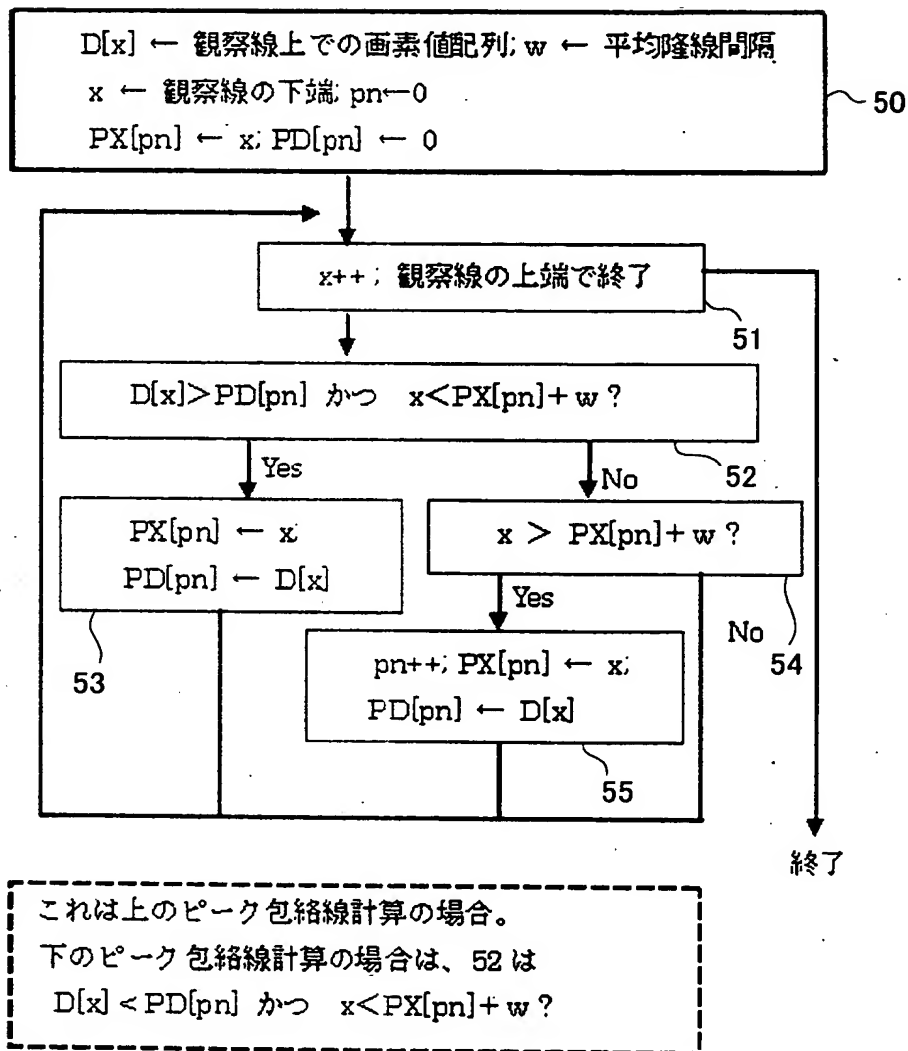
【図 2】



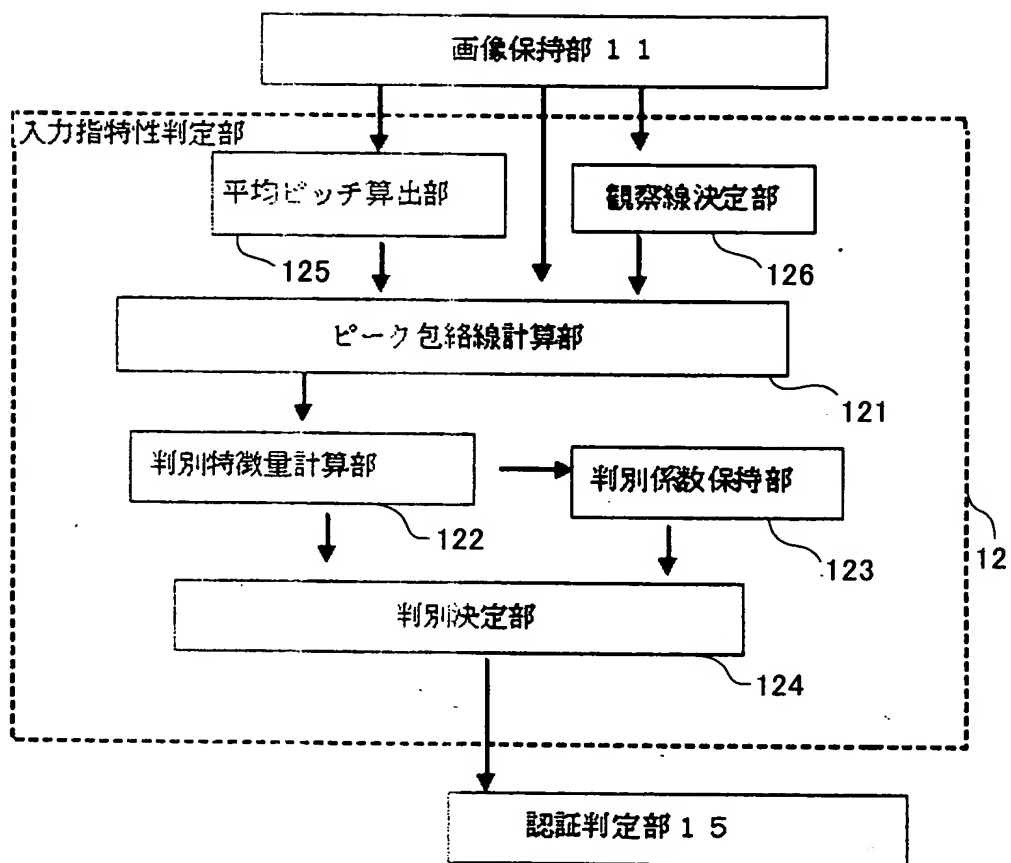
【図3】



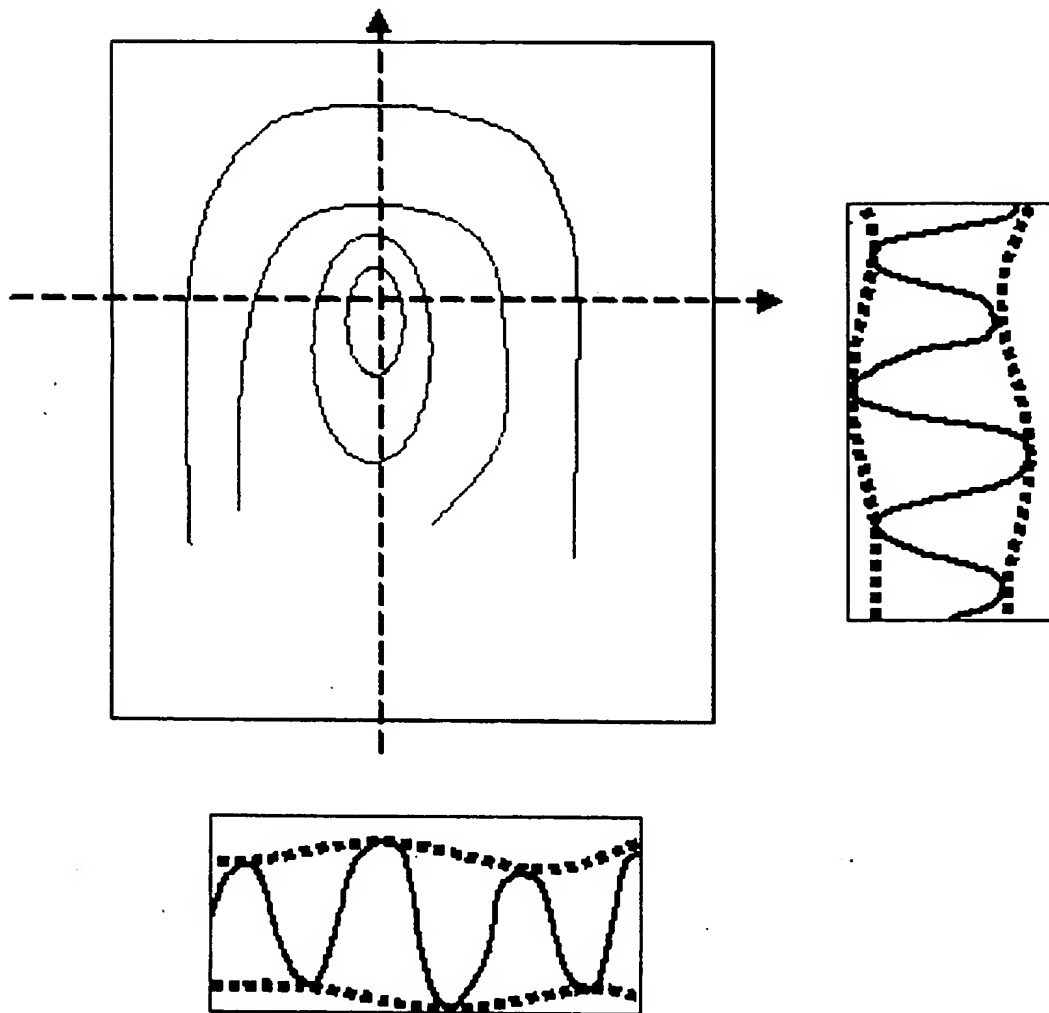
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ソフトウェアのみで入力指紋画像の適正を広範な観点から判定し、特徴照合結果と組み合わせて認証を行う、低コスト・低オーバーヘッドの指紋認証方法を提供する。

【解決手段】 本発明の指紋認証装置の入力指特性判定部 1 2 は、指紋入力画像の輝度の空間分布を用いる。まず、ピーク包絡線計算部 1 2 1 が、観察線上における輝度の極大値点間および極小値点間をそれぞれ直線で結んだピーク包絡線を求める。適切な条件下で取得された指紋画像の隆線曲線およびピーク包絡線は顕著な特徴を示すため、これらを判定のために利用する。次に、判別特徴量計算部 1 2 2 が、観察線上の輝度分布関数とピーク包絡線の積分から構成される複数の所定の特徴量を計算する。次に、判別決定部 1 2 4 が、あらかじめ判別係数保持部 1 2 3 に保存されている、学習データによって構成された判別式に当該特徴量を代入し、当該入力に適正かを判定する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社